

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-15803
(P2000-15803A)

(43) 公開日 平成12年1月18日 (2000.1.18)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
B 4 1 J 2/045		B 4 1 J 3/04	1 0 3 A 2 C 0 5 7
2/055			

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-262977
(22) 出願日 平成10年9月17日 (1998.9.17)
(31) 優先権主張番号 9 8 1 4 2 4 7 . 4
(32) 優先日 平成10年7月2日 (1998.7.2)
(33) 優先権主張国 イギリス (G B)

(71) 出願人 000003562
東芝テック株式会社
東京都千代田区神田錦町1丁目1番地
(71) 出願人 598127332
ザー・テクノロジー・リミテッド
イギリス国、シービー4・4エフディ
ー、ケンブリッジ、ミルトン・ロー
ード、サイエンス・パーク (番地なし)
(72) 発明者 乗越 隆
静岡県三島市南町6番78号 株式会社テッ
ク製品開発センター内
(74) 代理人 100058479
弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

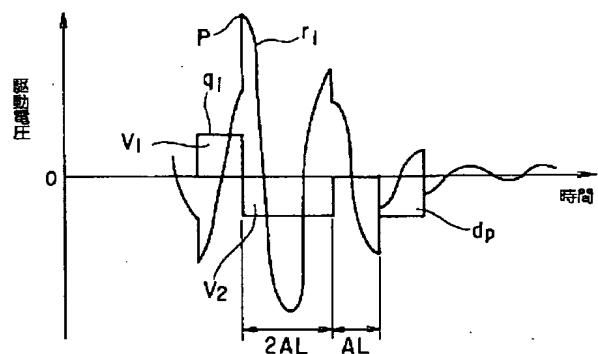
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インクジェットヘッドの駆動方法

(57) 【要約】

【課題】 インク室の圧力振動を早期に低減し、印字の充分な高速化を図る。

【解決手段】 インク室内の圧力波がインク吐出方向の一端から他端まで伝播する時間をALとしたとき、インク室の容積を増加させる駆動パルス電圧をAL時間印加し、続いて、インク室の容積を減少させる駆動パルス電圧を2AL時間印加し、その後、駆動パルス電圧の印加をAL時間休止した後、再度同じタイミング動作を繰返すことで複数回のインク滴の吐出を行うマルチドロップ方式において、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を2AL時間の印加した後、駆動パルス電圧の印加をAL時間休止し、その後、インク室の容積を減少させる方向にダンピングパルス電圧dpを印加する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のインク室を有し、この各インク室に対応して設けた圧電部材に駆動パルス電圧を選択的に印加して変位させ、この圧電部材の変位により前記各インク室を選択的に変形させてインク室からインクを吐出させるインクジェットヘッドに対して、先ず、インク室の容積を増加させてインク室の圧力を減少させ、続いて、インク室の容積を減少させてインク室の圧力を高めることによりインク滴の吐出を行い、その後、インク室の容積を元に戻し、これを複数回繰返すことで複数回のインク滴の吐出を行うとともにこのインク滴の吐出速度を逐次高めて後から吐出するインク滴を先に吐出したインク滴に合体させて1ドット液滴を形成する駆動を行う駆動方法において、

1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を印加した後、駆動パルス電圧の印加を所定時間休止し、その後、インク室の容積を減少させる方向にダンピングパルス電圧を印加することを特徴とするインクジェットヘッドの駆動方法。

【請求項2】 インク室内の圧力波がインク吐出方向の一端から他端まで伝播する時間をALとしたとき、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を2ALの整数倍の時間の印加した後、駆動パルス電圧の印加をALの奇数倍の時間休止することを特徴とする請求項1記載のインクジェットヘッドの駆動方法。

【請求項3】 複数のインク室を有し、この各インク室に対応して設けた圧電部材に駆動パルス電圧を選択的に印加して変位させ、この圧電部材の変位により前記各インク室を選択的に変形させてインク室からインクを吐出させるインクジェットヘッドに対して、先ず、インク室の容積を増加させてインク室の圧力を減少させ、続いて、インク室の容積を減少させてインク室の圧力を高めることによりインク滴の吐出を行い、その後、インク室の容積を元に戻し、これを複数回繰返すことで複数回のインク滴の吐出を行うとともにこのインク滴の吐出速度を逐次高めて後から吐出するインク滴を先に吐出したインク滴に合体させて1ドット液滴を形成する駆動を行う駆動方法において、

1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を印加した後、駆動パルス電圧の印加を所定時間休止し、その後、インク室の容積を増加させる方向にダンピングパルス電圧を印加することを特徴とするインクジェットヘッドの駆動方法。

【請求項4】 インク室内の圧力波がインク吐出方向の一端から他端まで伝播する時間をALとしたとき、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を2ALの整数倍の時間の印加した後、駆動パルス電圧の印加をALの偶数倍の時間休止することを特徴とする請求項3記載のインクジェットヘッドの

駆動方法。

【請求項5】 複数のインク室を有し、この各インク室に対応して設けた圧電部材に駆動パルス電圧を選択的に印加して変位させ、この圧電部材の変位により前記各インク室を選択的に変形させてインク室からインクを吐出させるインクジェットヘッドに対して、先ず、インク室の容積を増加させてインク室の圧力を減少させ、続いて、インク室の容積を減少させてインク室の圧力を高めることによりインク滴の吐出を行い、その後、インク室の容積を元に戻し、これを複数回繰返すことで複数回のインク滴の吐出を行うとともにこのインク滴の吐出速度を逐次高めて後から吐出するインク滴を先に吐出したインク滴に合体させて1ドット液滴を形成する駆動を行う駆動方法において、

インク室の容積を増加させる駆動パルス電圧を印加し、続いて、インク室の容積を減少させる駆動パルス電圧を印加し、その後、駆動パルス電圧の印加を所定時間休止した後、再度同じタイミング動作を繰返すことで1ドット液滴を形成するための複数回のインク滴の吐出を行い、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を印加した後、駆動パルス電圧の印加を所定時間休止し、その後、インク室の容積を減少させる方向にダンピングパルス電圧を印加することを特徴とするインクジェットヘッドの駆動方法。

【請求項6】 インク室内の圧力波がインク吐出方向の一端から他端まで伝播する時間をALとしたとき、インク室の容積を増加させる駆動パルス電圧をAL時間印加し、続いて、インク室の容積を減少させる駆動パルス電圧を2AL時間印加し、その後、駆動パルス電圧の印加をALの奇数倍の時間休止した後、再度同じタイミング動作を繰返すことで1ドット液滴を形成するための複数回のインク滴の吐出を行い、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を2ALの整数倍の時間の印加した後、駆動パルス電圧の印加をALの奇数倍の時間休止することを特徴とする請求項5記載のインクジェットヘッドの駆動方法。

【請求項7】 複数のインク室を有し、この各インク室に対応して設けた圧電部材に駆動パルス電圧を選択的に印加して変位させ、この圧電部材の変位により前記各インク室を選択的に変形させてインク室からインクを吐出させるインクジェットヘッドに対して、先ず、インク室の容積を増加させてインク室の圧力を減少させ、続いて、インク室の容積を減少させてインク室の圧力を高めることによりインク滴の吐出を行い、その後、インク室の容積を元に戻し、これを複数回繰返すことで複数回のインク滴の吐出を行うとともにこのインク滴の吐出速度を逐次高めて後から吐出するインク滴を先に吐出したインク滴に合体させて1ドット液滴を形成する駆動を行う駆動方法において、

インク室の容積を増加させる駆動パルス電圧を印加し、

続いて、インク室の容積を減少させる駆動パルス電圧を印加し、その後、駆動パルス電圧の印加を所定時間休止した後、再度同じタイミング動作を繰返すことで1ドット液滴を形成するための複数回のインク滴の吐出を行い、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を印加した後、駆動パルス電圧の印加を所定時間休止し、その後、インク室の容積を増加させる方向にダンピングパルス電圧を印加することを特徴とするインクジェットヘッドの駆動方法。

【請求項8】 インク室内の圧力波がインク吐出方向の一端から他端まで伝播する時間をALとしたとき、インク室の容積を増加させる駆動パルス電圧をAL時間印加し、続いて、インク室の容積を減少させる駆動パルス電圧を2AL時間印加し、その後、駆動パルス電圧の印加をALの奇数倍の時間休止した後、再度同じタイミング動作を繰返すことで1ドット液滴を形成するための複数回のインク滴の吐出を行い、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を2ALの整数倍の時間の印加した後、駆動パルス電圧の印加をALの偶数倍の時間休止することを特徴とする請求項7記載のインクジェットヘッドの駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、インク室のオリフィスから逐次吐出される複数のインク滴を合体して1ドット液滴を形成する、マルチドロップ方式のドロップ・オン・デマンド型インクジェットヘッドの駆動方法に関する。

【0002】

【従来の技術】複数のインク室を設け、この各インク室に対応して設けた圧電部材に駆動パルス電圧を選択的に印加して変位させ、この圧電部材の変位により各インク室を選択的に変形させてインク室からインクを吐出させて印刷を行うインクジェットヘッドを使用して階調表現を行う方法としては、例えば、USP5,461,403に開示されているように、パルス幅変調制御により吐出するインク滴の体積を制御して記録媒体に着弾するインク滴のサイズを変化させて階調表現を行う方法やUSP5,285,215に開示されているように、同一のオリフィスから複数のインク滴を連続的に吐出させる構成にし、記録媒体の同一箇所に着弾するインク滴の数を制御することで階調表現を行うマルチドロップ方式と呼ばれる方法などが知られている。

【0003】前者の方法は、インク滴の吐出後のオリフィス部位の液面（メニスカス）が復帰してある程度安定した状態で次のインク滴の吐出を行わないとインク滴の吐出体積が一定しないという問題があり、このため駆動周波数が低くなり印字速度の高速化を図ることが困難となる問題がある。これに対し、マルチドロップ方式の後者の方法は、駆動周波数を上げて印字速度の高速化を

図ることができ、また、小液滴を吐出速度を低下させること無く吐出できるという利点がある。しかし、ラインヘッドにおいては、記録媒体を副走査方向に移動させつつ印字を行うので、例えば、1つの印字サイクルにおいて液滴を最大7液滴連続的に吐出し合体させて1つのドットを形成する、いわゆる、ドロップ・オン・デマンド型のものでは、1ドット印字のために7液滴を連続して吐出する間に記録媒体が移動して印字ドットが記録媒体の移動方向に縦長になってしまうという問題がある。

【0004】これを解決する方法としては、最初のインク滴の吐出に対して後に吐出するインク滴の速度を逐次大きくして後からのインク滴を先のインク滴に追いつかせて合体させ、記録媒体に着弾する時には1つの液滴にするという方法がある。これはインク吐出時のインク室内の圧力波の振幅が次第に大きくなるように圧電部材に駆動パルス電圧を連続的に印加させることで実現している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このようにした場合、後から吐出するインク滴の吐出速度を高めることからインク室の振動振幅が大きくなってオリフィスの液面、すなわち、メニスカスの振動も大きくなる。一方、1ラインの印字が終了して次の1ラインの印字を開始するときにオリフィスのメニスカスの振動が終焉するのを待ってから印字を開始することになるが、オリフィスのメニスカスの振動が大きいと振動が終焉するまでの時間が長くなり、その結果、印字速度の高速化を充分に図ることができないという問題があった。

【0006】そこで、請求項1乃至4記載の発明は、圧電部材の変位により複数のインク室を選択的に変形させてインク室からインクを吐出させるインクジェットヘッドを使用してインク室から複数回インク滴を連続的に吐出を行うとともにインク滴の吐出速度を逐次高めて後からのインク滴を先のインク滴に合体させて1ドット液滴を形成する駆動において、インク室の圧力振動を早期に低減でき、印字速度の充分な高速化を図ることができるインクジェットヘッドの駆動方法を提供する。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、複数のインク室を有し、この各インク室に対応して設けた圧電部材に駆動パルス電圧を選択的に印加して変位させ、この圧電部材の変位により各インク室を選択的に変形させてインク室からインクを吐出させるインクジェットヘッドに対して、まず、インク室の容積を増加させてインク室の圧力を減少させ、続いて、インク室の容積を減少させてインク室の圧力を高めることによりインク滴の吐出を行い、その後、インク室の容積を元に戻し、これを複数回繰返すことで複数回のインク滴の吐出を行うとともにこのインク滴の吐出速度を逐次高めて後から吐出するインク滴を先に吐出したインク滴に合体させて1

ドット液滴を形成する駆動を行う駆動方法において、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を印加した後、駆動パルス電圧の印加を所定時間休止し、その後、インク室の容積を減少させる方向にダンピングパルス電圧を印加することにある。

【0008】請求項2記載の発明は、請求項1記載のインクジェットヘッドの駆動方法において、インク室内の圧力波がインク吐出方向の一端から他端まで伝播する時間をALとしたとき、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を2ALの整数倍の時間の印加した後、駆動パルス電圧の印加をALの奇数倍の時間休止することにある。

【0009】請求項3記載の発明は、複数のインク室を有し、この各インク室に対応して設けた圧電部材に駆動パルス電圧を選択的に印加して変位させ、この圧電部材の変位により各インク室を選択的に変形させてインク室からインクを吐出させるインクジェットヘッドに対して、先ず、インク室の容積を増加させてインク室の圧力を減少させ、続いて、インク室の容積を減少させてインク室の圧力を高めることによりインク滴の吐出を行い、その後、インク室の容積を元に戻し、これを複数回繰返すことで複数回のインク滴の吐出を行うとともにこのインク滴の吐出速度を逐次高めて後から吐出するインク滴を先に吐出したインク滴に合体させて1ドット液滴を形成する駆動を行う駆動方法において、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を印加した後、駆動パルス電圧の印加を所定時間休止し、その後、インク室の容積を増加させる方向にダンピングパルス電圧を印加することにある。

【0010】請求項4記載の発明は、請求項3記載のインクジェットヘッドの駆動方法において、インク室内の圧力波がインク吐出方向の一端から他端まで伝播する時間をALとしたとき、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を2ALの整数倍の時間の印加した後、駆動パルス電圧の印加をALの偶数倍の時間休止することにある。

【0011】請求項5記載の発明は、複数のインク室を有し、この各インク室に対応して設けた圧電部材に駆動パルス電圧を選択的に印加して変位させ、この圧電部材の変位により各インク室を選択的に変形させてインク室からインクを吐出させるインクジェットヘッドに対して、先ず、インク室の容積を増加させてインク室の圧力を減少させ、続いて、インク室の容積を減少させてインク室の圧力を高めることによりインク滴の吐出を行い、その後、インク室の容積を元に戻し、これを複数回繰返すことで複数回のインク滴の吐出を行うとともにこのインク滴の吐出速度を逐次高めて後から吐出するインク滴を先に吐出したインク滴に合体させて1ドット液滴を形成する駆動を行う駆動方法において、インク室の容積を増加させる駆動パルス電圧を印加し、続いて、インク室

の容積を減少させる駆動パルス電圧を印加し、その後、駆動パルス電圧の印加を所定時間休止した後、再度同じタイミング動作を繰返すことで1ドット液滴を形成するための複数回のインク滴の吐出を行い、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を印加した後、駆動パルス電圧の印加を所定時間休止し、その後、インク室の容積を減少させる方向にダンピングパルス電圧を印加することにある。

【0012】請求項6記載の発明は、請求項5記載のインクジェットヘッドの駆動方法において、インク室内の圧力波がインク吐出方向の一端から他端まで伝播する時間をALとしたとき、インク室の容積を増加させる駆動パルス電圧をAL時間印加し、続いて、インク室の容積を減少させる駆動パルス電圧を2AL時間印加し、その後、駆動パルス電圧の印加をALの奇数倍の時間休止した後、再度同じタイミング動作を繰返すことで1ドット液滴を形成するための複数回のインク滴の吐出を行い、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を2ALの整数倍の時間の印加した後、駆動パルス電圧の印加をALの奇数倍の時間休止することにある。

【0013】請求項7記載の発明は、複数のインク室を有し、この各インク室に対応して設けた圧電部材に駆動パルス電圧を選択的に印加して変位させ、この圧電部材の変位により各インク室を選択的に変形させてインク室からインクを吐出させるインクジェットヘッドに対して、先ず、インク室の容積を増加させてインク室の圧力を減少させ、続いて、インク室の容積を減少させてインク室の圧力を高めることによりインク滴の吐出を行い、その後、インク室の容積を元に戻し、これを複数回繰返すことで複数回のインク滴の吐出を行うとともにこのインク滴の吐出速度を逐次高めて後から吐出するインク滴を先に吐出したインク滴に合体させて1ドット液滴を形成する駆動を行う駆動方法において、インク室の容積を増加させる駆動パルス電圧を印加し、続いて、インク室の容積を減少させる駆動パルス電圧を印加し、その後、駆動パルス電圧の印加を所定時間休止した後、再度同じタイミング動作を繰返すことで1ドット液滴を形成するための複数回のインク滴の吐出を行い、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を印加した後、駆動パルス電圧の印加を所定時間休止し、その後、インク室の容積を増加させる方向にダンピングパルス電圧を印加することにある。

【0014】請求項8記載の発明は、請求項7記載のインクジェットヘッドの駆動方法において、インク室内の圧力波がインク吐出方向の一端から他端まで伝播する時間をALとしたとき、インク室の容積を増加させる駆動パルス電圧をAL時間印加し、続いて、インク室の容積を減少させる駆動パルス電圧を2AL時間印加し、その後、駆動パルス電圧の印加をALの奇数倍の時間休止し

10

20

30

40

50

た後、再度同じタイミング動作を繰返すことで1ドット液滴を形成するための複数回のインク滴の吐出を行い、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を2ALの整数倍の時間の印加した後、駆動パルス電圧の印加をALの偶数倍の時間休止することにある。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1はインクジェットヘッドの構成を示す一部切欠した分解斜視図で、セラミック材からなる基板1の一方の面の一端側に2枚の長方形の圧電部材2、3をエポキシ樹脂接着剤で接着固定し、この接着固定した各圧電部材2、3に、例えば、ダイヤモンドカッタにより、一定の間隔で平行に同じ幅で、同じ深さ、同じ長さの複数の長溝4を切削加工する。

【0016】そして、前記各長溝4の側面と底面に電極5を形成し、さらに各長溝4の後端から前記圧電部材3の後部上面に引出し電極6を形成している。これらの電極5、6は無電解ニッケルメッキにより形成する。

【0017】前記基板1の一方の面他端側にプリント回路基板7を接着固定し、このプリント回路基板7の上に駆動回路を内蔵したドライブIC8を搭載するとともにこのドライブIC8に接続した導電パターン9を形成している。そして、前記各導電パターン9と前記各引出し電極6をワイヤボンディングにより導線10で結合している。

【0018】前記圧電部材3の上には、セラミック材からなる天板11をエポキシ樹脂接着剤で接着固定している。また、前記各圧電部材2、3の先端に複数のオリフィス12を設けたノズルプレート13を接着剤で接着固定している。

【0019】これにより、前記各長溝4は上部が前記天板11で覆われ、先端がノズルプレート13で塞がれることになり、それぞれ圧力室としてのインク室を形成することになる。

【0020】前記天板11に共通インク室14を形成し、前記各長溝4で形成したインク室の後端部がこの共通インク室14に連通している。そして、前記共通インク室14はインク供給部（図示せず）に連通している。

【0021】図2は図1の構成のインクジェットヘッドを基板1を除いてII-II線に沿って断面したときの部分断面図で、前記各長溝4で形成したインク室15の側壁は前記各圧電部材2、3からなり、それぞれ図中矢印で示すように板厚方向で互いに対向する方向に分極している。

【0022】次に、このインクジェットヘッドの動作原理を図3の(a)、(b)を参照して述べる。今、各インク室15にインクが充填されている状態で、図3の(a)に示すように、圧電部材2、3からなる側壁P1、P2、P3、P4で隔てられた3つのインク室15A、15

B、15Cに着目し、中央のインク室15Bの電極5に正の電圧を印加し、両隣のインク室15A、15Cの電極5を接地電位（GND）にすると、インク室15Bの両側壁P2、P3は、圧電部材2、3が板厚方向で互いに対向する方向に分極しているため、インク室15Bの容積を広げるように互いに外側に急激に変形する。この変形により、共通インク室14からインク室15Bにインクの供給が行われる。

【0023】この状態で、今度は、図3の(b)に示すように、両隣のインク室15A、15Cの電極5を接地電位にしたまま中央のインク室15Bの電極5に負の電圧を印加すると、インク室15Bの両側壁P2、P3は、インク室15Bの容積を狭めるように互いに内側に急激に変形する。この変形によりインク室15Bのインクはオリフィス12から吐出する。

【0024】この状態で、さらに、インク室15Bの電極5を接地電位にすると、側壁P2、P3は急激に元の状態に復帰する。この復帰動作により、オリフィス12から吐出したインク滴は切断されて印字媒体の方へ飛翔することになる。

【0025】次に、このインクジェットヘッドの駆動方法について述べる。図4は、駆動パルス波形qとインク室15内に発生する圧力振動波形rを示している。図中ALは印加時間を示し、この印加時間ALはインク室15の一端から他端までの圧力波の伝播時間に相当する。

【0026】まず、インクを吐出すべきインク室15の電極5に正電圧であるV1を印加すると、インク室15は容積を広げるように変形するので、インク室15内には負の圧力が発生する。正電圧V1をAL時間だけ印加した後、今度は負電圧V2を印加する。この負電圧V2の印加に対して圧力波の位相が一致するので圧力波の振幅が急激に増大されてP1の圧力波が生じる。このときオリフィス12から最初の1滴目のインク滴が吐出される。

【0027】そして、負電圧V2を2AL時間だけ印加した後、電圧を元の接地レベルに戻すと、圧力波の位相が逆になるので、圧力波の振幅が弱められ、このまま3AL時間休止する。なお、この休止時間は3AL時間に限定するものではなく、ALの奇数倍の時間であればよい。

【0028】次に2滴目のインク滴を吐出させるために、前回同様インク室15の電極5に正電圧であるV1を印加する。3AL時間経過したときのインク室15内の圧力波は負の圧力になっているので、圧力波の位相が一致して増幅される。その後、1滴目と同様な電圧パルスが印加されるので、圧力振動も同様になるが1滴目よりも圧力波の振動振幅はP2と大きくなる。

【0029】こうして、印字信号に従って、例えば、8階調印字の場合、圧力波の振動をP1、P2、P3、…と逐次高めながら7滴のインク滴が連続してオリフィ

ス12から吐出され、後から吐出されるインク滴ほど吐出速度が速くなり、後から吐出するインク滴が前に吐出したインク滴に途中で追いついて1つのインク滴として合体し記憶媒体に到達する。こうして、1ドットが記録媒体上に形成される。

【0030】このように、ドロップ・オン・デマンドにより、1つの印字サイクル期間においてインクが7滴連続して吐出され、それが1つのインク滴となって記録媒体上に1ドットを形成する。

【0031】このような駆動方法においては、連続してインク滴が吐出されるとき、インク室15内の圧力振動が増大し、それに起因してオリフィス12のメニスカスの振動も大きくなる。この圧力振動及びメニスカス振動は、当然側壁を共有する隣接したインク室にも影響を与える。従って、メニスカス振動が終焉し、所定の液面レベルに復帰しないと隣接したインク室が安定してインク吐出動作を行うことはできない。しかし、メニスカス振動が終焉するまで待ってから隣接したインク室からのインク吐出を行ったのでは印字速度の充分な高速化を図ることはできない。

【0032】例えば、インクジェットヘッドを3分割駆動する場合を想定し、この場合において8階調目に対応する最大液滴を吐出させる駆動パルス波形を示すと図5に示すようになる。3分割駆動では、最初のグループのインク室15のオリフィス12からインク滴の吐出制御が行われると、所定の休止期間が経過してから2番目のグループである隣接インク室のオリフィスからのインク滴の吐出が行われる。このときの休止期間は、最初のグループのインク室からのインク吐出が終了してインク室の圧力振動が小さくなり、また、オリフィスのメニスカスの液面振動が所定以下の大きさになるまで時間を示している。従って、休止期間は長くなり印字速度の充分な高速化を図ることは困難となる。

【0033】そこで、図6に示す駆動方法を採用することで印字速度の充分な高速化を図る。図中駆動パルス q_1 は1ドットを形成するための最後のインク滴を吐出させるためのパルスである。先ず、駆動パルス q_1 によりインク室15の電極5に対して正電圧 V_1 を A_L 時間印加し、続いて負電圧 V_2 を印加することで圧力波の振幅 P を得る。そして、負電圧 V_2 を $2A_L$ 時間だけ印加してオリフィス12からインク滴を吐出させる。その後、電圧を元の接地レベルに戻すことで圧力波の位相が逆になるので、圧力波の振幅が弱められる。さらに、 A_L 時間休止した後、インク室15の容積を減少させる方向の電圧、すなわち、負電圧をダンピング電圧 d_p として印加する。

【0034】このダンピング電圧 d_p の印加により、インク室15内の圧力振動が負のときに正の圧力波が発生し、これによりインク室15内の圧力波振動は早期に低減することになる。これにより、メニスカス振動が早期

に終焉し、直ちに隣接したインク室からのインク吐出動作を開始できるようになる。こうして印字速度の充分な高速化を図ることができる。

【0035】なお、前述した実施の形態では、最後のインク滴を吐出させるための駆動パルスにおける負電圧 V_2 の印加時間を $2A_L$ 時間に設定した場合について述べたが必ずしもこれに限定するものではなく、要は、 $2A_L$ の整数倍の時間であればよい。また、負電圧 V_2 を $2A_L$ 時間印加した後 A_L 時間の休止時間を設けたが必ずしもこれに限定するものではなく、要は、 A_L の奇数倍の休止時間を設けた後に負電圧のダンピング電圧 d_p を印加すればよい。

【0036】なお、前述した実施の形態では、インク室に対して負電圧 V_2 を $2A_L$ 時間印加した後印加電圧を接地レベルに戻し、この状態で A_L 時間休止した後に負のダンピング電圧 d_p を印加するようにしたが必ずしもこれに限定するものではなく、図7に示すように、負電圧 V_2 を $2A_L$ 時間印加した後印加電圧を接地レベルに戻し、この状態で $2A_L$ 時間休止した後にインク室15の容積を増加させる方向の電圧、すなわち、正電圧をダンピング電圧 d_p として印加してもよい。

【0037】このようにしてもダンピング電圧 d_p の印加により、インク室15内の圧力振動が正のときに負の圧力波が発生し、これによりインク室15内の圧力波振動は早期に低減することになる。これにより、メニスカス振動が早期に終焉し、直ちに隣接したインク室からのインク吐出動作を開始できるようになる。こうして印字速度の充分な高速化を図ることができる。

【0038】なお、この場合においても最後のインク滴を吐出させるための駆動パルスにおける負電圧 V_2 の印加時間は $2A_L$ の整数倍の時間であればよい。また、負電圧 V_2 を $2A_L$ 時間印加した後 $2A_L$ 時間の休止時間を設けたが必ずしもこれに限定するものではなく、要は A_L の偶数倍の休止時間を設ければよい。なお、本発明は前述した各実施の形態に限定するものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変更が可能である。

【0039】

【発明の効果】請求項1乃至4記載の発明によれば、圧電部材の変位により複数のインク室を選択的に変形させてインク室からインクを吐出させるインクジェットヘッドを使用してインク室から複数回インク滴を連続的に吐出を行うとともにインク滴の吐出速度を逐次高めて後からのインク滴を先のインク滴に合体させて1ドット液滴を形成する駆動において、インク室の圧力振動を早期に低減でき、印字速度の充分な高速化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態を示すインクジェットヘッドの一部切欠した分解斜視図。

【図2】図1のインクジェットヘッドを基板を除いてX

10

20

30

40

50

11

—X線に沿って断面したときの部分断面図。

【図3】同実施の形態におけるインクジェットヘッドのインク吐出動作を説明するための図。

【図4】同実施の形態におけるインクジェットヘッドをマルチドロップ方式で駆動する場合の駆動パルス波形とインク室内の圧力振動波形の関係を示す図。

【図5】同実施の形態におけるインクジェットヘッドをマルチドロップ方式で3分割駆動する場合の駆動パルス波形の一部を示す図。

【図6】同実施の形態におけるインクジェットヘッドをマルチドロップ方式で駆動する場合の最後のインク滴を*

12

* 吐出させる駆動パルス波形とインク室内の圧力振動波形とダンピング電圧波形の関係を示す図。

【図7】他の実施の形態におけるインクジェットヘッドをマルチドロップ方式で駆動する場合の最後のインク滴を吐出させる駆動パルス波形とインク室内の圧力振動波形とダンピング電圧波形の関係を示す図。

【符号の説明】

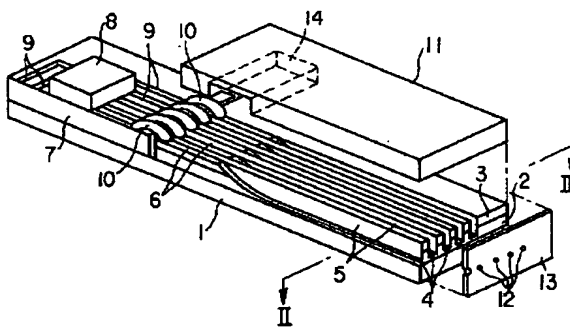
2, 3…圧電部材

5…電極

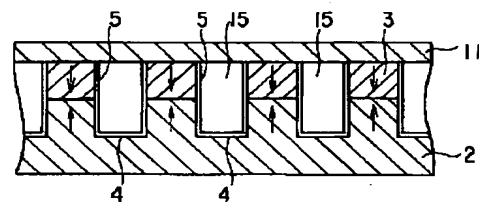
12…オリフィス

15…インク室

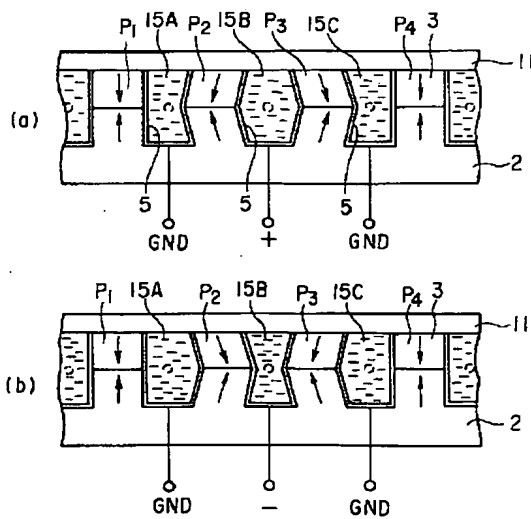
【図1】



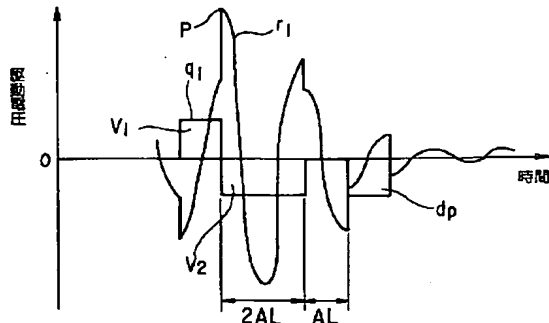
【図2】



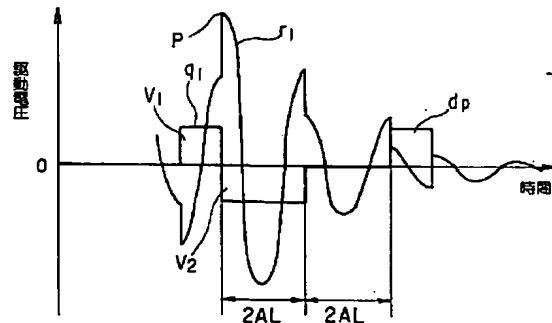
【図3】



【図6】



【図7】



【手続補正書】

【提出日】平成11年8月11日（1999. 8. 11）

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のインク室を有し、この各インク室に対応して設けた圧電部材に駆動パルス電圧を選択的に印加して変位させ、この圧電部材の変位により前記各インク室を選択的に変形させてインク室からインクを吐出させるインクジェットヘッドに対して、先ず、インク室の容積を増加させてインク室の圧力を減少させ、続いて、インク室の容積を減少させてインク室の圧力を高めることによりインク滴の吐出を行い、その後、インク室の容積を元に戻し、これを複数回繰返すことで複数回のインク滴の吐出を行うとともにこのインク滴の吐出速度を逐次高めて後から吐出するインク滴を先に吐出したインク滴に合体させて1ドット液滴を形成する駆動を行う駆動方法において、

1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を印加した後、その電圧を元の接地電圧まで戻してから駆動パルス電圧の印加を所定時間休止し、その後、インク室の容積を減少させる方向にダンピングパルス電圧を印加することを特徴とするインクジェットヘッドの駆動方法。

【請求項2】 インク室内の圧力波がインク吐出方向の一端から他端まで伝播する時間をALとしたとき、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を2ALの整数倍の時間印加した後、その電圧を元の接地電圧まで戻してから駆動パルス電圧の印加をALの奇数倍の時間休止することを特徴とする請

求項1記載のインクジェットヘッドの駆動方法。

【請求項3】 複数のインク室を有し、この各インク室に対応して設けた圧電部材に駆動パルス電圧を選択的に印加して変位させ、この圧電部材の変位により前記各インク室を選択的に変形させてインク室からインクを吐出させるインクジェットヘッドに対して、先ず、インク室の容積を増加させてインク室の圧力を減少させ、続いて、インク室の容積を減少させてインク室の圧力を高めることによりインク滴の吐出を行い、その後、インク室の容積を元に戻し、これを複数回繰返すことで複数回のインク滴の吐出を行うとともにこのインク滴の吐出速度を逐次高めて後から吐出するインク滴を先に吐出したインク滴に合体させて1ドット液滴を形成する駆動を行う駆動方法において、

1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を印加した後、その電圧を元の接地電圧まで戻してから駆動パルス電圧の印加を所定時間休止し、その後、インク室の容積を増加させる方向にダンピングパルス電圧を印加することを特徴とするインクジェットヘッドの駆動方法。

【請求項4】 インク室内の圧力波がインク吐出方向の一端から他端まで伝播する時間をALとしたとき、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を2ALの整数倍の時間印加した後、その電圧を元の接地電圧まで戻してから駆動パルス電圧の印加をALの偶数倍の時間休止することを特徴とする請求項3記載のインクジェットヘッドの駆動方法。

【請求項5】 複数のインク室を有し、この各インク室に対応して設けた圧電部材に駆動パルス電圧を選択的に印加して変位させ、この圧電部材の変位により前記各インク室を選択的に変形させてインク室からインクを吐出させるインクジェットヘッドに対して、先ず、インク室の容積を増加させてインク室の圧力を減少させ、続いて、

て、インク室の容積を減少させてインク室の圧力を高めることによりインク滴の吐出を行い、その後、インク室の容積を元に戻し、これを複数回繰返すことで複数回のインク滴の吐出を行うとともにこのインク滴の吐出速度を逐次高めて後から吐出するインク滴を先に吐出したインク滴に合体させて1ドット液滴を形成する駆動を行う駆動方法において、

インク室の容積を増加させる駆動パルス電圧を印加し、続いて、インク室の容積を減少させる駆動パルス電圧を印加し、その後、駆動パルス電圧の印加を所定時間休止した後、再度同じタイミング動作を繰返すことで1ドット液滴を形成するための複数回のインク滴の吐出を行い、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を印加した後、その電圧を元の接地電圧まで戻してから駆動パルス電圧の印加を所定時間休止し、その後、インク室の容積を減少させる方向にダンピングパルス電圧を印加することを特徴とするインクジェットヘッドの駆動方法。

【請求項6】 インク室内の圧力波がインク吐出方向の一端から他端まで伝播する時間をALとしたとき、インク室の容積を増加させる駆動パルス電圧をAL時間印加し、続いて、インク室の容積を減少させる駆動パルス電圧を2AL時間印加し、その後、駆動パルス電圧の印加をALの奇数倍の時間休止した後、再度同じタイミング動作を繰返すことで1ドット液滴を形成するための複数回のインク滴の吐出を行い、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を2ALの整数倍の時間印加した後、その電圧を元の接地電圧まで戻してから駆動パルス電圧の印加をALの奇数倍の時間休止することを特徴とする請求項5記載のインクジェットヘッドの駆動方法。

【請求項7】 複数のインク室を有し、この各インク室に対応して設けた圧電部材に駆動パルス電圧を選択的に印加して変位させ、この圧電部材の変位により前記各インク室を選択的に変形させてインク室からインクを吐出させるインクジェットヘッドに対して、先ず、インク室の容積を増加させてインク室の圧力を減少させ、続いて、インク室の容積を減少させてインク室の圧力を高めることによりインク滴の吐出を行い、その後、インク室の容積を元に戻し、これを複数回繰返すことで複数回のインク滴の吐出を行うとともにこのインク滴の吐出速度を逐次高めて後から吐出するインク滴を先に吐出したインク滴に合体させて1ドット液滴を形成する駆動を行う駆動方法において、インク室の容積を増加させる駆動パルス電圧を印加し、続いて、インク室の容積を減少させる駆動パルス電圧を印加し、その後、駆動パルス電圧の印加を所定時間休止した後、再度同じタイミング動作を繰返すことで1ドット液滴を形成するための複数回のインク滴の吐出を行い、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させ

るための駆動パルス電圧を印加した後、その電圧を元の接地電圧まで戻してから駆動パルス電圧の印加を所定時間休止し、その後、インク室の容積を増加させる方向にダンピングパルス電圧を印加することを特徴とするインクジェットヘッドの駆動方法。

【請求項8】 インク室内の圧力波がインク吐出方向の一端から他端まで伝播する時間をALとしたとき、インク室の容積を増加させる駆動パルス電圧をAL時間印加し、続いて、インク室の容積を減少させる駆動パルス電圧を2AL時間印加し、その後、駆動パルス電圧の印加をALの奇数倍の時間休止した後、再度同じタイミング動作を繰返すことで1ドット液滴を形成するための複数回のインク滴の吐出を行い、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を2ALの整数倍の時間印加した後、その電圧を元の接地電圧まで戻してから駆動パルス電圧の印加をALの偶数倍の時間休止することを特徴とする請求項7記載のインクジェットヘッドの駆動方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正内容】

【0006】そこで、請求項1乃至8記載の発明は、圧電部材の変位により複数のインク室を選択的に変形させてインク室からインクを吐出させるインクジェットヘッドを使用してインク室から複数回インク滴を連続的に吐出を行うとともにインク滴の吐出速度を逐次高めて後からのインク滴を先のインク滴に合体させて1ドット液滴を形成する駆動において、インク室の圧力振動を早期に低減でき、印字速度の充分な高速化を図ることができるインクジェットヘッドの駆動方法を提供する。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正内容】

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、複数のインク室を有し、この各インク室に対応して設けた圧電部材に駆動パルス電圧を選択的に印加して変位させ、この圧電部材の変位により各インク室を選択的に変形させてインク室からインクを吐出させるインクジェットヘッドに対して、先ず、インク室の容積を増加させてインク室の圧力を減少させ、続いて、インク室の容積を減少させてインク室の圧力を高めることによりインク滴の吐出を行い、その後、インク室の容積を元に戻し、これを複数回繰返すことで複数回のインク滴の吐出を行うとともにこのインク滴の吐出速度を逐次高めて後から吐出するインク滴を先に吐出したインク滴に合体させて1

ドット液滴を形成する駆動を行う駆動方法において、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を印加した後、その電圧を元の接地電圧まで戻してから駆動パルス電圧の印加を所定時間休止し、その後、インク室の容積を減少させる方向にダンピングパルス電圧を印加することにある。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

【0008】請求項2記載の発明は、請求項1記載のインクジェットヘッドの駆動方法において、インク室内の圧力波がインク吐出方向の一端から他端まで伝播する時間をALとしたとき、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を2ALの整数倍の時間印加した後、その電圧を元の接地電圧まで戻してから駆動パルス電圧の印加をALの奇数倍の時間休止することにある。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正内容】

【0009】請求項3記載の発明は、複数のインク室を有し、この各インク室に対応して設けた圧電部材に駆動パルス電圧を選択的に印加して変位させ、この圧電部材の変位により各インク室を選択的に変形させてインク室からインクを吐出させるインクジェットヘッドに対して、先ず、インク室の容積を増加させてインク室の圧力を減少させ、続いて、インク室の容積を減少させてインク室の圧力を高めることによりインク滴の吐出を行い、その後、インク室の容積を元に戻し、これを複数回繰返すことで複数回のインク滴の吐出を行うとともにこのインク滴の吐出速度を逐次高めて後から吐出するインク滴を先に吐出したインク滴に合体させて1ドット液滴を形成する駆動を行う駆動方法において、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を印加した後、その電圧を元の接地電圧まで戻してから駆動パルス電圧の印加を所定時間休止し、その後、インク室の容積を増加させる方向にダンピングパルス電圧を印加することにある。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】請求項4記載の発明は、請求項3記載のインクジェットヘッドの駆動方法において、インク室内の圧力波がインク吐出方向の一端から他端まで伝播する時

間をALとしたとき、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を2ALの整数倍の時間印加した後、その電圧を元の接地電圧まで戻してから駆動パルス電圧の印加をALの偶数倍の時間休止することにある。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正内容】

【0011】請求項5記載の発明は、複数のインク室を有し、この各インク室に対応して設けた圧電部材に駆動パルス電圧を選択的に印加して変位させ、この圧電部材の変位により各インク室を選択的に変形させてインク室からインクを吐出させるインクジェットヘッドに対して、先ず、インク室の容積を増加させてインク室の圧力を減少させ、続いて、インク室の容積を減少させてインク室の圧力を高めることによりインク滴の吐出を行い、その後、インク室の容積を元に戻し、これを複数回繰返すことで複数回のインク滴の吐出を行うとともにこのインク滴の吐出速度を逐次高めて後から吐出するインク滴を先に吐出したインク滴に合体させて1ドット液滴を形成する駆動を行う駆動方法において、インク室の容積を増加させる駆動パルス電圧を印加し、続いて、インク室の容積を減少させる駆動パルス電圧を印加し、その後、駆動パルス電圧の印加を所定時間休止した後、再度同じタイミング動作を繰返すことで1ドット液滴を形成するための複数回のインク滴の吐出を行い、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を印加した後、その電圧を元の接地電圧まで戻してから駆動パルス電圧の印加を所定時間休止し、その後、インク室の容積を減少させる方向にダンピングパルス電圧を印加することにある。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正内容】

【0012】請求項6記載の発明は、請求項5記載のインクジェットヘッドの駆動方法において、インク室内の圧力波がインク吐出方向の一端から他端まで伝播する時間をALとしたとき、インク室の容積を増加させる駆動パルス電圧をAL時間印加し、続いて、インク室の容積を減少させる駆動パルス電圧を2AL時間印加し、その後、駆動パルス電圧の印加をALの奇数倍の時間休止した後、再度同じタイミング動作を繰返すことで1ドット液滴を形成するための複数回のインク滴の吐出を行い、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を2ALの整数倍の時間印加した後、その電圧を元の接地電圧まで戻してから駆動パルス

電圧の印加をALの奇数倍の時間休止することにある。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正内容】

【0013】請求項7記載の発明は、複数のインク室を有し、この各インク室に対応して設けた圧電部材に駆動パルス電圧を選択的に印加して変位させ、この圧電部材の変位により各インク室を選択的に変形させてインク室からインクを吐出させるインクジェットヘッドに対して、まず、インク室の容積を増加させてインク室の圧力を減少させ、続いて、インク室の容積を減少させてインク室の圧力を高めることによりインク滴の吐出を行い、その後、インク室の容積を元に戻し、これを複数回繰返すことで複数回のインク滴の吐出を行うとともにこのインク滴の吐出速度を逐次高めて後から吐出するインク滴を先に吐出したインク滴に合体させて1ドット液滴を形成する駆動を行う駆動方法において、インク室の容積を増加させる駆動パルス電圧を印加し、続いて、インク室の容積を減少させる駆動パルス電圧を印加し、その後、駆動パルス電圧の印加を所定時間休止した後、再度同じタイミング動作を繰返すことで1ドット液滴を形成するための複数回のインク滴の吐出を行い、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を印加した後、その電圧を元の接地電圧まで戻してから駆動パルス電圧の印加を所定時間休止し、その後、インク室の容積を増加させる方向にダンピングパルス電圧を印加することにある。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

*

*【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正内容】

【0014】請求項8記載の発明は、請求項7記載のインクジェットヘッドの駆動方法において、インク室内の圧力波がインク吐出方向の一端から他端まで伝播する時間をALとしたとき、インク室の容積を増加させる駆動パルス電圧をAL時間印加し、続いて、インク室の容積を減少させる駆動パルス電圧を2AL時間印加し、その後、駆動パルス電圧の印加をALの奇数倍の時間休止した後、再度同じタイミング動作を繰返すことで1ドット液滴を形成するための複数回のインク滴の吐出を行い、1ドット液滴を形成する最後のインク滴を吐出させるための駆動パルス電圧を2ALの整数倍の時間印加した後、その電圧を元の接地電圧まで戻してから駆動パルス電圧の印加をALの偶数倍の時間休止することにある。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0039

【補正方法】変更

【補正内容】

【0039】

【発明の効果】請求項1乃至8記載の発明によれば、圧電部材の変位により複数のインク室を選択的に変形させてインク室からインクを吐出させるインクジェットヘッドを使用してインク室から複数回インク滴を連続的に吐出を行うとともにインク滴の吐出速度を逐次高めて後からのインク滴を先のインク滴に合体させて1ドット液滴を形成する駆動において、インク室の圧力振動を早期に低減でき、印字速度の充分な高速化を図ることができる。

フロントページの続き

(72)発明者 マイケル・ジョージ・アーノット
イギリス国、ピーイー17・3 ジェイビー
一、 ケンブリッジシャー、 サマーシャ
ム、 ハイ・ストリート 44

Fターム(参考) 2C057 AF09 AF39 AG12 AG45 AM03
AM18 AM21 AM22 AR16 BA03
BA14 CA04



US006106092A

United States Patent [19]

Norigoe et al.

[11] Patent Number: **6,106,092**[45] Date of Patent: **Aug. 22, 2000**[54] **DRIVING METHOD OF AN INK-JET HEAD**[75] Inventors: **Takashi Norigoe**, Shizuoka-ken, Japan;
Michael George Arnott, Somersham,
United Kingdom[73] Assignees: **Kabushiki Kaisha TEC**, Shizuoka,
Japan; **Xaar Technology Limited**,
Cambridge, United Kingdom[21] Appl. No.: **09/215,003**[22] Filed: **Dec. 17, 1998**[30] **Foreign Application Priority Data**

Jul. 2, 1998 [GB] United Kingdom 9814247

[51] Int. Cl.⁷ **B41J 29/38; B41J 2/045**[52] U.S. Cl. **347/11; 347/68**[58] Field of Search **347/10, 11, 68**[56] **References Cited****U.S. PATENT DOCUMENTS**

3,846,800 11/1974 Chen .
 3,893,131 7/1975 Perel et al. .
 3,979,756 9/1976 Helinski et al. .
 4,161,670 7/1979 Kern .
 4,222,060 9/1980 Sato et al. .
 4,353,079 10/1982 Kawanabe .
 4,468,679 8/1984 Suga et al. .
 4,471,363 9/1984 Hanaoka .
 4,503,444 3/1985 Tacklind .
 4,513,299 4/1985 Lee et al. 346/140
 4,523,201 6/1985 Liker .
 4,536,097 8/1985 Nilsson .
 4,639,735 1/1987 Yamamoto et al. .
 4,646,106 2/1987 Howkins .
 4,686,539 8/1987 Schmidt et al. .
 4,697,193 9/1987 Howkins .
 4,897,665 1/1990 Aoki .
 5,124,716 6/1992 Roy et al. .
 5,221,931 6/1993 Moriyama .
 5,252,986 10/1993 Takaoka et al. .
 5,359,350 10/1994 Nakano et al. .
 5,426,455 6/1995 Williamson et al. .

5,436,648 7/1995 Stortz et al. .
 5,444,467 8/1995 Stortz .
 5,461,403 10/1995 Wallace et al. .
 5,594,476 1/1997 Tokumaga et al. .
 5,600,349 2/1997 Keefe .
 5,610,637 3/1997 Sekiya et al. .
 5,625,397 4/1997 Alhred et al. .
 5,657,060 8/1997 Sekiya et al. .
 5,689,291 11/1997 Tence et al. .
 5,717,448 2/1998 Inada .
 5,729,257 3/1998 Sekiya et al. .
 5,736,993 4/1998 Regimbal et al. .
 5,764,256 6/1998 Zhang 347/10
 5,903,286 5/1999 Takahashi 347/11

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

0064881 A2 11/1982 European Pat. Off. .
 0124190 A2 11/1984 European Pat. Off. .
 0194852 A2 9/1986 European Pat. Off. .

(List continued on next page.)

Primary Examiner—John Barlow*Assistant Examiner*—An H. Do*Attorney, Agent, or Firm*—Frishauf, Holtz, Goodman,
Langer & Chick, P.C.[57] **ABSTRACT**

In a multi-drop system, a drive pulse voltage for increasing a volume of an ink chamber is applied for a time of AL, a drive pulse voltage for decreasing the volume of the ink chamber is subsequently applied for a time of 2AL, application of the drive pulse voltage is thereafter paused for a time of AL, and the same timing operation is thereafter repeated again to perform emission of an ink drop a plurality of times, where AL is a time required for a pressure wave in an ink chamber to be transmitted from an end to the other end in the ink emission direction. The drive pulse voltage for emitting a last ink drop forming a part of a one-dot liquid drop is applied for a time of 2AL, application of the drive pulse voltage is thereafter paused for a time of AL, and a dumping pulse voltage is thereafter applied in a direction in which the volume of the ink chamber is decreased.

19 Claims, 4 Drawing Sheets